

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-102990

(43) 公開日 平成7年(1995)4月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

F 0 2 B 37/10

Z 9332-3G

F 0 1 D 15/10

A

F 0 2 B 41/10

Z

61/00

E

F 0 2 N 11/04

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平5-273074

(22) 出願日

平成5年(1993)10月4日

(71) 出願人 000000170

いすゞ自動車株式会社

東京都品川区南大井6丁目26番1号

(72) 発明者 秋山 和成

藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞセラミ

ックス研究所内

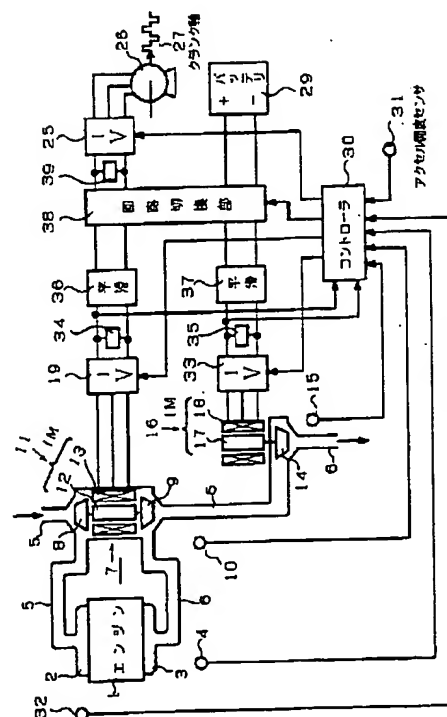
(74) 代理人 弁理士 本庄 富雄

(54) 【発明の名称】 排気エネルギー回収装置

(57) 【要約】

【目的】 エンジン1のターボチャージャー7に取り付けられ、発電機またはモータとして運転される回転電機11と、排気ガスにより駆動されるタービン発電機16とにより排気エネルギーを回収する排気エネルギー回収装置において、コストを安くしエネルギー損失を小にすること。

【構成】 回転電機11およびタービン発電機16には、誘導機を用いる。そして、その発電電圧の大きさは、励磁電源部34、35からの電圧をインバータ19、33で制御することにより、バッテリー電圧に略等しい値となるようにする。従って、バッテリーを充電するのに、発電電圧を降圧する必要がなくなる。また、前記回転電機をモータ運転する場合、誘導機であるので、回転数が大きくなったとしてもモータ駆動電圧を大にする必要がない。従って、バッテリー電圧を昇圧する必要がなくなる。電圧を降圧したり昇圧したりする電圧変換部は不用となり、コストダウンが図れると共にエネルギー損失を減少させることが出来る。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ターボチャージャに取り付けられ発電機またはモータとして運転される誘導機の回転電機と、排気ガスにより駆動される誘導機のタービン発電機と、前記回転電機に接続された第1のインバータと、該第1のインバータの直流側に順次接続された第1の励磁電源部および第1の平滑回路と、前記タービン発電機に接続された第2のインバータと、該第2のインバータの直流側に順次接続された第2の励磁電源部および第2の平滑回路と、少なくとも前記第1、第2の平滑回路とバッテリーとの間の接続を切り換える回路切換部と、前記回転電機およびタービン発電機の発電電圧が略バッテリー電圧になる励磁となるよう前記第1、第2のインバータを制御すると共に、前記回路切換部の切り換えを制御するコントローラとを具えたことを特徴とする排気エネルギー回収装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、エンジンの排気系統の途中に複数個の発電機を設け、排気エネルギーを回収する排気エネルギー回収装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、エンジンの各部、例えば排気マニホールドの外壁、シリンダライナー、シリンダヘッド断熱板、ピストン等に、セラミックスを使用した断熱式のエンジンが開発されている。このエンジンでは、内部に発生した熱を放熱してエンジンを冷却する必要がないので、その排気ガスは高温であり、多大のエネルギーを有している。これをそのまま大気へ放出したのでは勿体ないので、排気管を流れる途中で回収することが提案されている。

【0003】 従来提案されている回収装置としては、ターボチャージャの回転軸に発電機およびモータとしても使える回転電機を取り付けた回転電機付ターボチャージャのほかに、原動機としてのタービンが排気ガスによって駆動されるタービン発電機を設けた装置がある。回転電機およびタービン発電機には、いずれも同期機が用いられている。

【0004】 高温の排気ガスは、回転電機付ターボチャージャを通過して来ても、なお大きなエネルギーを有しているため、タービン発電機をも十分に駆動し得る。従って、発電は、回転電機付ターボチャージャの回転電機で行われるほか、タービン発電機でも行われる。発電によって回収された電力は、バッテリーを充電したり車両負荷に給電したりするのに使われるほか、回転力が車両のクランク軸あるいは車両駆動軸に伝達されるよう配置されているモータ（アシストモータ）を駆動するのに使われる。

【0005】 図2は、上述したような従来の排気エネルギー回収装置を示す図である。図2において、1はエン

2

ジン、2は吸気マニホールド、3は排気マニホールド、4はエンジン回転センサ、5は吸気管、6は排気管、7は回転電機付ターボチャージャ、8はコンプレッサブレード、9はタービンブレード、10は回転センサ、11は回転電機、12は回転子、13は固定子巻線、14はタービンブレード、15は回転センサ、16はタービン発電機、17は回転子、18は固定子巻線、19はインバータ、20は整流平滑回路、21、22はDC-DC変換部、23は平滑回路、24はレギュレータ、25はインバータ、26はモータ、27はクランク軸、28はレギュレータ、29はバッテリー、30はコントローラ、31はアクセル開度センサ、32はブースト圧センサである。

【0006】 モータ26は、エンジン負荷が大きい場合などに、クランク軸27の回転を補助するトルクを与えるためのものである。モータ26としても、同期機が用いられている。そのモータ駆動電圧としては、バッテリー電圧をDC-DC変換部22により昇圧し、インバータ25で交流に変換した電圧が用いられる。排気エネルギーより回収した電力を、モータ26の駆動に用いれば、排気エネルギーがクランク軸27の回転を補助するトルクという形で、生かされることになる。

【0007】 回転電機11の固定子巻線13はインバータ19に接続されるが、インバータ19の直流側は、DC-DC変換部21を経てバッテリー29と接続されると共に、平滑回路23、レギュレータ24を経てもバッテリー29と接続される。DC-DC変換部21の経路は、バッテリー29等から回転電機11へ電力を送る場合に通る、レギュレータ24の経路は、回転電機11の発電電力をバッテリー29に送る場合に通る。

【0008】 また、タービン発電機16の固定子巻線18は、整流平滑回路20、レギュレータ28を経てバッテリー29と接続される。DC-DC変換部22の低圧側（インバータ25側ではない側）は、バッテリー29に接続される。なお、各DC-DC変換部としては、公知の構成のものが使用される。

【0009】 コントローラ30は、各種センサからの検出信号、例えば回転数検出信号、ブースト圧検出信号、アクセル開度検出信号等を参考にしつつ、インバータ19、DC-DC変換部21、22、レギュレータ24、28等を制御する。例えば、ブースト圧センサ32で検出されたブースト圧をみて、回転電機11をモータ運転する必要があるかどうか決め、あればDC-DC変換部21、インバータ19を制御する。アクセル開度センサ31の検出信号は、加速するか否かのドライバーの意志を反映しているので、それに応じて回転電機11をモータ運転したり発電機運転したりする。

【0010】 なお、コントローラ30のレギュレータ24、28に対する制御は、それらを動作させるか、動作を停止させるかといった制御であって、電圧をバッテリー

電圧の値にする制御ではない。

【0011】図3は、インバータの構成例を示す図である。この構成は公知のものであり、Dはダイオード、Sはスイッチング素子である。スイッチング素子Sとしては、例えばトランジスタが使用される。ダイオードDは、スイッチング素子Sに対して逆並列に接続されている。これは、スイッチング素子Sがスイッチング動作する際に処理しなければならないフライホイール電流を流す経路を提供する等の役割を果たしている。この例では、スイッチング素子SとダイオードDの逆並列接続ユニットを6組用いて、3相の交流が得られるようにされている。各スイッチング素子Sのスイッチング制御は、コントローラ30によって行われる。

【0012】以上のような構成の排気エネルギー回収装置で、エンジン1の排気ガスが排気管6を流れると、タービンプレード9およびタービンプレード14が回転され、回転子12、17が回転される。タービン発電機16は、文字通り発電機としてのみ動作する。回転電機11は、エンジン1の状況（言い換えれば、これが搭載されている車両の状況）に応じて、発電機として動作させられたりモータとして動作させられたりする。例えば、ブースト圧が充分な大きさであり、それ以上過給する必要がない状況では、発電機として動作させられる。ブースト圧が不足している状況では、モータとして動作させられる。次に、以上の動作について更に詳しく説明する。

【0013】タービン発電機16の固定子巻線18に誘起される発電電圧は、整流平滑回路20を経た後、レギュレータ28でバッテリー29を充電するに適した値の電圧に制御され、バッテリー29を充電したり、図示しない車両負荷に給電したり、あるいはモータ26を駆動するのに使われる。

【0014】回転電機11が発電機として動作させられている場合、コントローラ30からの指令によりDC-DC変換部21の動作は停止される（つまりオフ）。固定子巻線13に誘起される発電電圧は、インバータ19に内蔵されている整流素子（図3のD）により整流され、平滑回路23、レギュレータ24を経て、バッテリー29を充電するに適した値の電圧に制御される。この電圧も、レギュレータ28からの電圧と同様、バッテリー29を充電したりするのに使われる。

【0015】回転電機11をモータとして動作させたい場合は、コントローラ30からの指令でレギュレータ24はオフとされる。バッテリー29からの電圧（レギュレータ28からの電圧がバッテリー電圧にまで上昇していれば、レギュレータ28からの電圧も）が、DC-DC変換部21により昇圧され、インバータ19で交流電圧に変換されて回転電機11に印加される。なお、昇圧動作のための制御信号はコントローラ30から与えられる。

【0016】なお、この種の排気エネルギー回収装置に

関する従来の文献としては、例えば特開昭62-284923号公報がある。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記した従来の排気エネルギー回収装置では、回転電機11、タービン発電機16として同期機を用いているので、DC-DC変換部、レギュレータ等の電圧変換部を多く必要とし、コストが高くなると共に、そこでエネルギーをロスしてしまうという問題点があった。

【0018】（問題点の説明）周知のように、同期機においては、回転数が大になれば誘起される発電電圧（モータ運転の場合なら、モータ駆動電圧）も大きくなる。従って、発電電圧をバッテリー電圧まで降圧させたり、あるいはバッテリー電圧を所要のモータ駆動電圧まで昇圧させたりするには、レギュレータとかDC-DC変換部といった電圧変換部を必要とする。

【0019】しかし、これらの電圧変換部を設けると、当然のことながらコストアップを招くと共に、そこでエネルギーを幾らかロスしてしまう。例えば、DC-DC変換部のエネルギー変換効率70～80%であるので、20～30%程度のエネルギー損失を生じる。本発明は、以上のような問題点を解決することを課題とするものである。

【0020】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明の排気エネルギー回収装置では、ターボチャージャに取り付けられ発電機またはモータとして運転される誘導機の回転電機と、排気ガスにより駆動される誘導機のタービン発電機と、前記回転電機に接続された第1のインバータと、該第1のインバータの直流側に順次接続された第1の励磁電源部および第1の平滑回路と、前記タービン発電機に接続された第2のインバータと、該第2のインバータの直流側に順次接続された第2の励磁電源部および第2の平滑回路と、少なくとも前記第1、第2の平滑回路とバッテリーとの間の接続を切り換える回路切換部と、前記回転電機およびタービン発電機の発電電圧が略バッテリー電圧になる励磁となるよう前記第1、第2のインバータを制御すると共に、前記回路切換部の切り換えを制御するコントローラとを具えることとした。

【0021】

【作用】ターボチャージャに取り付けられ、発電機またはモータとして運転される回転電機と、排気ガスにより駆動されるタービン発電機には、従来、いずれも同期機が用いられていたが、本発明では誘導機を用いる。そして、その発電電圧の大きさは、励磁電源をインバータにより制御することにより、バッテリー電圧に略等しい値となるようにする。従って、バッテリーを充電するのに、発電電圧を降圧する必要がなくなる。

【0022】また、前記回転電機には誘導機を用いるの

で、これをモータ運転する場合、回転数が大になったとしてもモータ駆動電圧を大にする必要がない。従って、バッテリー電圧を昇圧する必要がなくなる。以上により電圧変換部を設ける必要がなくなるので、電圧変換部を設けることによるコスト上昇やエネルギー損失を回避することが出来る。

#### 【0023】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基いて詳細に説明する。図1は、本発明の排気エネルギー回収装置を示す図である。符号は図2のものに対応し、33はインバータ、34、35は励磁電源部、36、37は平滑回路、38は回路切換部、39は励磁電源部である。図2と同じ符号の部分は、従来と同様の動作をするので、その説明は省略する。

【0024】図4は、図1における誘導機とインバータと励磁電源部との接続関係を示す図であり、回転電機11とインバータ19と励磁電源部34を例にとって描かれている(タービン発電機16、モータ26に関しても同様である)。励磁電源部34は、励磁電源34-1と、逆流阻止用ダイオード34-2とからなっている。励磁電源34-1は、バッテリー29を利用して得ることが出来る。インバータ19の交流側は、誘導機の固定子巻線と接続される。

【0025】本発明では、使用する回転機(回転電機11、タービン発電機16およびモータ26など)として、誘導機を使用する。誘導機が発電機として動作している場合、回転数が大になっても発電電圧が大になることはない(図2の従来例では、同期機を使用していたので、回転数が大になると発電電圧も大になっていた)。誘導機11(IM…Induction Machine)の発電電圧は、励磁電源部34からの電圧をインバータ19によって制御することにより、制御される。同様に、発電機がモータとして動作している場合、回転数が大になったからといって、大きなモータ駆動電圧を必要とはしない。

【0026】そこで本発明では、励磁電流の制御により、発電電圧を略バッテリー電圧の値になるようにしておく。こうしておくと、バッテリー電圧を高電圧に昇圧したり、高電圧からバッテリー電圧に降圧したりするための電圧変換部は不用となる。そのため、コストは安くなり、エネルギー損失は少なくなる。

【0027】回路切換部38は複数のスイッチから成り、コントローラ30からの信号により回路の接続を切り換える。例えば、タービン発電機16の発電電圧でバッテリー29を充電しようとする場合には、平滑回路37とバッテリー29とが接続される。また、回転電機11を、タービン発電機16の発電電圧とバッテリー29とでモータ運転する場合には、平滑回路37とバッテリー29が、平滑回路36と接続される。モータ26をバッテリー29で駆動する場合には、バッテリー29とインバータ25とが接続される。

【0028】次に、以上のような構成の排気エネルギー回収装置の動作を説明する。タービン発電機16は発電運転するのみであるので、回転電機11が発電運転する場合とモータ運転する場合とに分けて説明する。

【0029】まず、回転電機11も発電運転する場合について説明する。回転電機11とタービン発電機16の発電電圧は、インバータ19、33の整流素子(図3のD)により整流され、平滑回路36、37により平滑される。発電電圧は、励磁電源部34、35からの励磁電流によりバッテリー電圧程度にされているから、平滑回路36、37の出力電圧は略バッテリー電圧である。モータ26を駆動しない場合には、コントローラ30からの指令により、回路切換部38は平滑回路36、37をバッテリー29と接続する。モータ26を駆動する場合には、バッテリー29に接続すると共に、インバータ25にも接続する。

【0030】次に、回転電機11をモータ運転する場合について説明する。この時の電源は、バッテリー29、タービン発電機16である。コントローラ30からの指令により、バッテリー29と平滑回路37と平滑回路36とが接続される。モータ駆動電圧は、インバータ19を経て回転電機11に印加される。回転電機11には誘導機を用いているから、回転数が大になったからといって大きな電圧を必要とすることはない。

【0031】モータ26を駆動する場合には、バッテリー29の電圧、あるいは回転電機11またはタービン発電機16の発電電圧が、回路切換部38を経てインバータ25に供給される。なお、車両がエンジンブレーキをかけて走行する場合には、モータ26はクランク軸27の回転力によって回転される。従って、それを駆動力として発電運転させることも出来る。そのようにしたければ、インバータ25の直流側に平滑回路を接続しておく必要がある。発電電力は、回路切換部38を経てバッテリー29を充電したりするのに使われる。

#### 【0032】

【発明の効果】以上述べた如く、本発明によれば、排気エネルギー回収装置に使用する回転電機やタービン発電機として、同期機ではなく誘導機を用い、その励磁を制御することにより発電電圧の大きさは略バッテリー電圧となるようにする。そのため、電圧を降圧したり昇圧したりする電圧変換部は不用となり、コストダウンが図れると共にエネルギー損失を減少させることが出来る。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の排気エネルギー回収装置を示す図

【図2】 従来の排気エネルギー回収装置を示す図

【図3】 インバータの構成例を示す図

【図4】 図1における誘導機とインバータと励磁電源部との接続関係を示す図

#### 【符号の説明】

1…エンジン、2…吸気マニホールド、3…排気マニホ

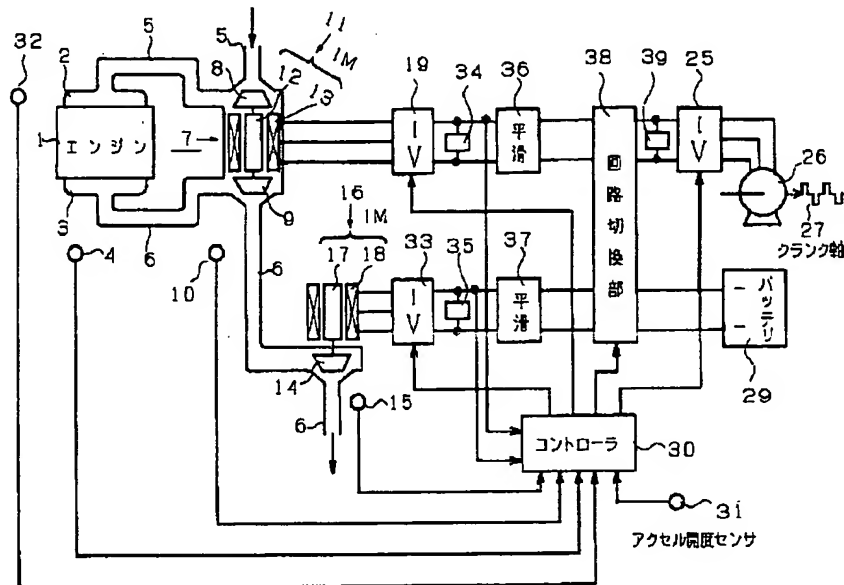
7

8

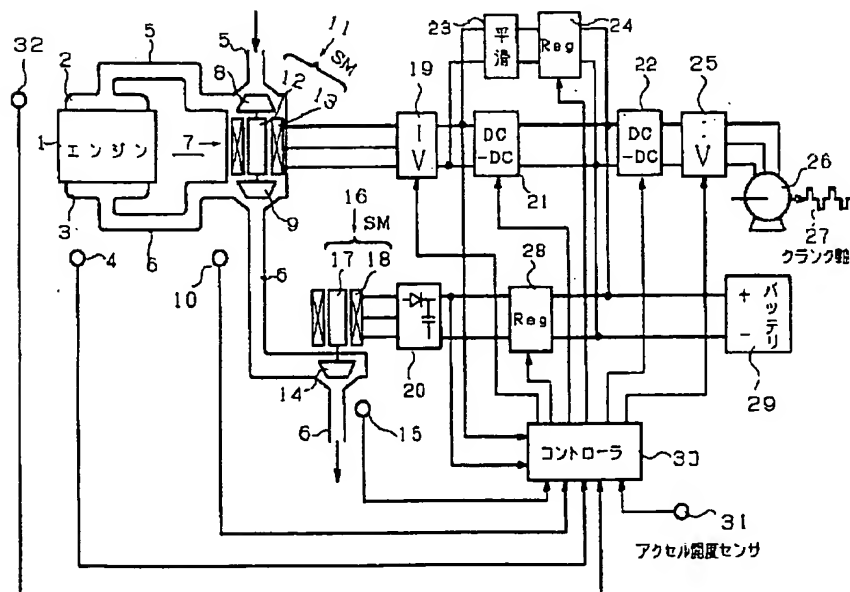
ールド、4…エンジン回転センサ、5…吸気管、6…排  
気管、7…回転電機付ターボチャージャ、8…コンプレ  
ッサブレード、9…タービンブレード、10…回転セン  
サ、11…回転電機、12…回転子、13…固定子巻  
線、14…タービンブレード、15…回転センサ、16  
…タービン発電機、17…回転子、18…固定子巻線、  
19…インバータ、20…整流平滑回路、21、22…

DC-DC変換部、23…平滑回路、24…レギュレー  
タ、25…インバータ、26…モータ、27…クランク  
軸、28…レギュレータ、29…バッテリー、30…コン  
トローラ、31…アクセル開度センサ、32…ブース  
ト圧センサ、33…インバータ、34、35…励磁電源  
部、36、37…平滑回路、38…回路切換部、39…  
励磁電源部

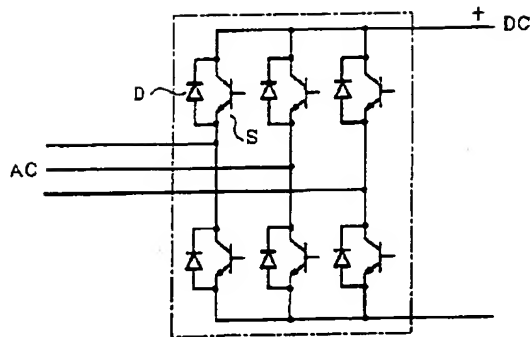
【図1】



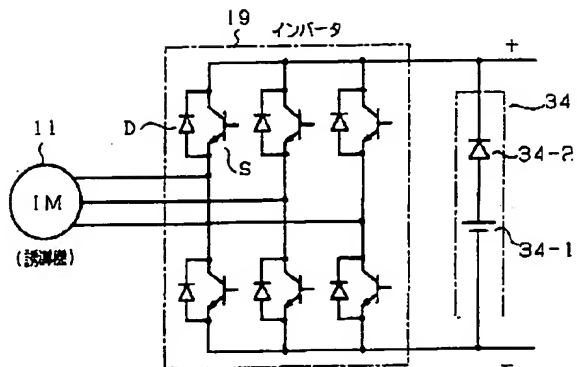
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H 0 2 J 1/00

H 0 2 K 23/52

識別記号

3 0 6 A 7509-5G

7706-5H

片内整理番号

F I

技術表示箇所